

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

11/5/3 (Item 3 from file: 2)  
DIALOG(R) File 2:INSPEC  
(c) 2000 Institution of Electrical Engineers. All rts. reserv.

01501428 INSPEC Abstract Number: A80044892  
Title: Influence of plastic deformation on structural singularities and magnetic properties of the alloy FePt

Author(s): Ermakov, A.E.; Sorokina, T.A.; Tsurin, V.A.; Lebedev, Yu.G.; Filippov, B.N.; Ilyushchenko, N.G.; Chernov, Ya.B.

Author Affiliation: Metal Phys. Inst., Acad. of Sci., USSR

Journal: Fizika Metallov i Metallovedenie vol.48, no.6 p.1180-8

Publication Date: Dec. 1979 Country of Publication: USSR

CODEN: FMMTAK ISSN: 0015-3230

Translated in: Physics of Metals and Metallography

Country of Publication: UK

CODEN: PHMMA6 ISSN: 0031-918X

Language: Russian Document Type: Journal Paper (JP)

Treatment: Experimental (X)

Abstract: The authors investigated structural singularities and magnetic properties of powder specimens of ordered alloy FePt (obtained by the diffusion saturation method) in relation to the milling time. It was established that prolonged milling (grinding) leads to complete disordering of the alloy, as a result of which an imperfect f.c.c. lattice is formed with dissimilar atoms randomly distributed among the lattice sites. The magnetic properties of FePt alloy powders subjected to a thermomagnetic treatment were analysed. It was shown that during the order-disorder transformation induced by grinding there are in the alloy regions in which the equilibrium direction of the magnetisation vector deviates from the easy magnetisation axis by approximately 90 degrees C. (7 Refs)

Descriptors: ferromagnetic properties of substances; grinding; iron alloys; magnetomechanical effects; order-disorder transformations; plastic deformation; platinum alloys; thermomagnetic treatment

Identifiers: plastic deformation; structural singularities; magnetic properties; FePt; ordered alloy; diffusion saturation method; milling; thermomagnetic treatment; magnetisation vector; order disorder transformation; ferromagnet

Class Codes: A6220F (Deformation and plasticity); A6470K (Solid-solid transitions); A7550B (Ferromagnetism of Fe and its alloys); A7580 (Magnétomécanical and magnetoelectric effects, magnetostriction); A8130H (Constant-composition solid-solid phase transformations: polymorphic, massive, and order-disorder); A8140G (Other heat and thermomechanical treatments); A8140L (Deformation, plasticity and creep); A8140R (Electrical and magnetic properties (related to treatment conditions))

мпературы поле зародыша задержкой роста остаточных скачек намагниченности, по смещения.

поликристаллической пленки формирования поля предел определяется полем старта возникновения зародышебразования. Уже в поликристаллических пленках от внешнего поля может начаться (по всей видимости, петли которой изображены на рисунке). Но уже при конечной границе на дефектах

## ЛИТЕРАТУРА

- Антонов Л. И., Бодунова Т. Ф. Тезисы докл. XV Всесоюзного совещания «Магнитные элементы автоматики и вычислительной техники», 1976, стр. 52.
- Гасс В. Г., Шур Я. С., Глазер А. А. ФТГ, 1974, 16, 1704.
- Гасс В. Г., Шур Я. С., Глазер А. А., Филиппов Б. Ф. ФММ, 1977, 43, 213.
- Unger W. K. Phys. stat. sol. (a), 1972, 13, 527.
- Ротаров А. Р., Глазер А. А., Тагиров Р. И. Phys. stat. sol. (a), 1974, 23, K27.

УДК 669—172 : 539.2/6.2 : 669.15'231

## МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПЛЕНКИ FePd И FePt ДЛЯ ТЕРМОМАГНИТНОЙ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ

В. Г. Пынко, Л. В. Жиццева, Н. А. Экономов,  
А. С. Комалов, Н. Н. Евтихьев, А. Р. Крабс

В работах [1, 2] показано, что тонкие монокристаллические пленки упорядоченных магнитно-жестких сплавов FePd и FePt могут быть использованы в качестве сред для термомагнитной двойничной и голографической записи информации. В данной работе рассмотрены магнитные свойства пленок сплавов FePd и FePt, а также описаны параметры, характеризующие их как среды для термомагнитной записи.

Эпилаксимальные пленки ферромагнитных сплавов FePd и FePt толщиной 100—500 Å получали методом термического испарения сплава соответствующего состава в вакууме  $10^{-4}$  мм рт. ст. и конденсацией паров на предварительно нагретые до 180—220° С кристаллы-подложки LiF и MgO. Пленки подвергались термообработке для создания в сплаве необходимой степени дальнего порядка. Последняя могла изменяться от 0,4 до значения, близкого к единице, и определялась для сверхструктур типа L1<sub>0</sub> по соотношению осей *c/a*.

Исследование кристаллической структуры пленок проводили на электронном микроскопе УЭМБ-100К. Магнитные характеристики измеряли с помощью крутильного магнитометра.

После термообработки в пленках сплавов эквивалентного и близкого к нему составов FePd и FePt образуется сверхструктурная фаза типа L1<sub>0</sub> с тетрагональной решеткой. В тонких пленках толщиной 100—300 Å тетрагональная фаза под действием подложки и напряжений выстраивается осью *c* нормально к плоскости пленки. В более толстых пленках появляется тетрагональная фаза, ориентированная осью *c* в плоскости пленки. Кристаллическое строение пленок FePd и FePt более подробно описано в работах [3—5].

Исследование магнитной кристаллографической анизотропии пленок сплавов FePd и FePt показало, что ось легкого намагничивания свеженапыленных (разупорядоченных) пленок лежит в их плоскости. Значение константы двухосной анизотропии в плоскости пленки составляло  $\sim 10^4$  эрг/см<sup>2</sup>. Величина перпендикулярной анизотропии зависит от состава пленок, температуры подложек при конденсации и лежит в пределах  $10^3$ — $10^6$  эрг/см<sup>2</sup>, что значительно меньше  $2\pi M_s^2$ . При атомном упорядочении магнитная анизотропия пленок существенно изменяется. Поскольку тетрагональная ось с фазы L1<sub>0</sub> является осью легкого намагничивания, тонкие пленки (до 400 Å) становятся магнитоодносными с легкой осью, нормальной к их плоскости. Значения константы кристаллографической анизотропии велики и равны  $2,5 \cdot 10^7$  и  $1,5 \cdot 10^7$  эрг/см<sup>2</sup> для пленок FePt и FePd соответственно. Эти значения превосходят величину энергии анизотропии формы  $2\pi M_s^2$ , и пленка может оставаться однородно намагниченной перпендикулярно плоскости в отсутствие внешнего магнитного поля. Как известно, такие пленки могут быть использованы для термомагнитной записи информации локальным нагреванием участков пленки выше точки Кюри.

Намагниченность насыщения пленок исследуемых сплавов  $M_s$  уменьшается линейно с увеличением содержания палладия или платины и ее значения совпадают со значениями  $M_s$  массивных образцов. При атомном упорядочении намагниченность пленок эквивалентных составов сплавов FePd и FePt не изменяется и равна 1150 и 1100 ГС соответственно.

двуфазной  
20° С.

дышеобразования, вероятно,  
зания может быть ярко про-  
пленки. Как было показано  
ящий из закаленной высоко-  
магнитной активности кото-  
я был получен путем закалки  
в воде и последующего от-  
одит к появлению двухфаз-  
тогерентно связанные с неи-

пленки при комнатной тем-  
пературе магнитные свойства  
матрицы падает, а анизото-  
пачка (это было показано  
петель гистерезиса моно-  
петель гистерезиса поли-  
ния в этом случае понижено,  
как это имело место в поль-  
(см. рис. 1б) или при —40°  
пленки перемагничивающие поля-  
и черты, свойственные моно-  
тогерентного поликристалла.

Поступило в редакцию  
24 июня 1977 г.

Коэрцитивная сила неупорядоченных пленок  $H_c$  при перемагничивании в плоскости не превышает десятков эрстед. В атомно упорядоченных пленках  $H_c$  измерялась при перемагничивании их перпендикулярно плоскости пленки. Значения  $H_c$  составляли 4–8 кэ для пленок FePt и 0,9–1,1 кэ для пленок сплава FePd. У более толстых пленок, где часть тетрагональной фазы  $L_1$  располагается осью  $c$  и в плоскости пленки,  $H_c$  при перемагничивании в плоскости пленки равна 4 и 11 кэ для сплавов FePd и FePt соответственно.

Изучена зависимость оптического поглощения  $\alpha$  и удельного фарадеевского вращения  $F$  пленок упорядоченных сплавов (на которых возможна термомагнитная

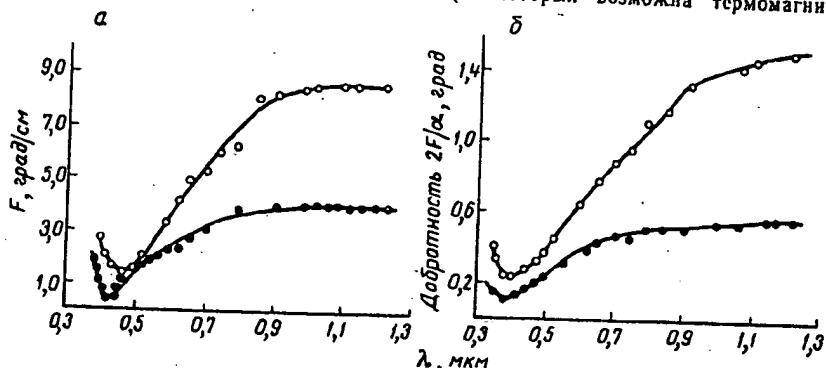


Рис. 1. Зависимость удельного фарадеевского вращения  $F$  (а) и магнитооптической добротности  $2F/\alpha$  (б) от длины волны  $\lambda$ :   
○ — пленка сплава FePd толщиной 250 Å; ● — пленка сплава FePt толщиной 400 Å.

запись) от длины волны света  $\lambda$  в интервале 0,3–1,2 μм (рис. 1). Минимум фарадеевского вращения приходится на область 0,4–0,5 μм, а максимум на ближнюю магнитофрактрасную область (0,8–1,2 μм). С увеличением толщины пленок  $F$  уменьшается. Это связано с тем, что в более толстых пленках часть тетрагональной фазы ориенти-



Рис. 2. Термомагнитная запись на пленке сплава FePt толщиной 400 Å:

а — элементарная магнитная голограмма (период 400 линий на 1 мм; 40 μм); б — восстановленная магнитная фотография миры (сторона квадрата 40 μм); в — матрица битов-доменов (сторона квадрата 20 μм).

рована осью  $c$  в плоскости пленки. Наибольшее значение  $F$  имеют пленки сплавов FePd толщиной до 300 Å и пленки FePt толщиной до 130 Å; для таких пленок  $F=9\cdot10^8$  град/см на длине волны света 1,2 μм.

Коэффициент оптического поглощения  $\alpha$  не зависит от длины волны света и толщины пленок и практически одинаков для пленок сплавов FePd и FePt ( $\alpha=1,1\times10^6 \text{ см}^{-1}$ ). На основании измерений  $F(\lambda)$  и  $\alpha(\lambda)$  вычислена магнитооптическая добротность  $2F/\alpha$  в зависимости от длины волны света. Изменение магнитооптической добротности аналогично зависимости  $F(\lambda)$  (рис. 1б). Максимальное значение  $2F/\alpha=1,4$  град приходится на область длии волн от 0,9 до 1,2 μм.

На полученных пленках ферромагнитных сплавов FePd и FePt с помощью твердотельного лазера на длине волны  $\lambda=0,69$  μм была осуществлена термомагнитная запись. Запись проводилась в собственном размагничивающем поле пленки. Исследуемые металлические пленки обладают достаточно высокой теплопроводностью и соответственно небольшим характеристическим временем диффузии тепла. Малая дли-

## Монокристаллические пленки F

тельность импульсов лазера  $t=\tau$  (фузия тепла для всех пленок) по времени записи и связанный с  $\tau$

Восстановление записанного с помощью эффекта Фарадея. Фиксированномагнитного изображения строят достаточно хороший и ИК диапазон величина полезного значения удельного фара составляет собой восстановленную голограмму, являющуюся фронтов на поверхности пленки, из записанных битов-доменов.

Приближенный расчет энергии 300 Å следующие значения по 0,062 мДж/мм<sup>2</sup> для FePd 0,02 мкм потери системы и энергия участка. Эти величины дают удачными. О плотности записи из них была получена термомагнитная

Говоря о возможности использования сред для регистрации, мы оцениваем дифракционную эффективность параметров с точки зрения голограммы, рассчитано на основании модели

η =

где  $t$  — толщина пленки;  $D$  — поперечный размер домена. Оптимальная с точки зрения записи выбирается в случае ма- и представляет для исследуемых эффективность на этих толщинах соответственно. Величины дифракции, имеют значения, близкие

Сравнение исследуемых пленок с несколько большее значение магнитного перехода вблизи точки Кюзонания пленок MnBi для термо-

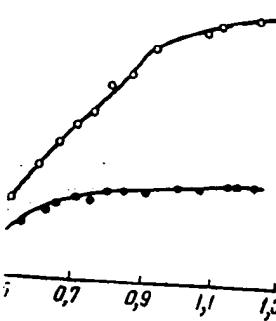
В заключении следует отметить, что параметры пленок, а также коэффициент определяется в конечном итоге составляет 166% для пленок FePt, что является для термомагнитной записи, на наш взгляд, использованием устройств, работающих в особо суровой атмосфере агрессивны

Институт физики им. Л. В. Киренского СО АН СССР  
Институт радиотехники, электроники и оптики  
Москва

1. Комалов А. С., Черкасов В. Г. Бюлл. изобр., 1976, № 11в/3/70.
2. Пылько В. Г., Ходаков А. С. Бюлл. изобр., 1976, № 434462 кн. 11в/5/84.
3. Пылько В. Г., Живасва Л. В. Бюлл. изобр., 1976, № 434462 кн. 11в/5/84.
4. Мяльникгулов Г. В., Пылько В. Г. Сб. Физика магнитных материалов. Томск, Изд-во Томского гос. ун-та, 1976.
5. Комалов А. С., Черкасов В. Г. Бюлл. изобр., 1976, № 434462 кн. 11в/5/84.
6. Haskel N. M. IEEE Trans. Magn., 1976, 12, 1250.
7. Chen D. Appl. Optics, 1976, 15, 1250.

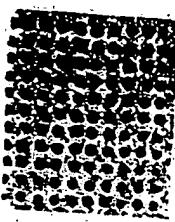
и перемагничивания в плоскости пленок  $H_c$  измерялась при записи. Значения  $H_c$  составляли для FePd. У более толстых пленок с и в плоскости пленки,  $H_c$  для сплавов FePd и FePt

и удельного фараевского возможна термомагнитная



шия  $F(t)$  и магнитооптические волны  $\lambda$ :  
сплава FePt толщиной 400 Å.

км (рис. 1). Минимум фараевского максимум на ближнюю интенсивность пленок  $F$  уменьшается с тетрагональной фазы ориентации



сплава FePt

толщиной 1 мкм;  
(сторона квадрата 20 мкм).

имеют пленки сплавов FePd и FePt толщиной 130 Å; для таких пленок

длина волны света и толщина пленок  $a = 1,1 \times 10^{-5}$  мкм. Тогда магнитооптическая добавка к изменению магнитооптической интенсивности минимальное значение  $2F/a = 1$  мкм. Для FePt с помощью твердо-жесткого тела термомагнитная запись поле пленки. Исследовано теплопроводностью и коэффициентом тепла. Малая для

чувствительность импульсов лазера  $t = 15$  нсек (длительность импульса меньше времени диффузии тепла для всех пленок) позволяла избежать расплывания температурного фронта за время записи и связанных с этим искажений информации.

Восстановление записанного изображения осуществлялось гелий-неоновым лазером с помощью эффекта Фараедея. Фотографии, приведенные на рис. 2, получены при восстановлении магнитного изображения светом с длиной волны  $\lambda = 0,63$  мкм. Они демонстрируют достаточно хороший контраст на этой длине волны. С переходом в ближний ИК-диапазон величина полезного сигнала возрастает, что обуславливается увеличением удельного фараевского вращения в этом диапазоне. Рис. 2б предstawляет собой восстановленную магнитную фотографию мыши. Элементарная магнитная голограмма, являющаяся результатом интерференции двух плоских волновых фронтов на поверхности пленки, приведена на рис. 2а. На рис. 2в показана матрица из записанных битов-доменов.

Приближенный расчет энергетической чувствительности дает для пленок толщиной 300 Å следующие значения пороговой плотности энергии  $E_{\text{пор}}$  записи: для FePt 0,062 мДж/мм<sup>2</sup>, для FePd 0,02 мДж/мм<sup>2</sup>. В данном случае в расчет не приняты оптические потери системы и энергия, затраченная на нагревание среды вокруг локального участка. Эти величины дают удовлетворительное совпадение с экспериментальными данными. О плотности записи на пленках FePd и FePt можно судить по тому, что на них была получена термомагнитная запись 1000 штрихов/мм.

Говоря о возможности использования металлических пленок FePd и FePt в качестве сред для регистрации магнитных голограмм, следует особо остановиться на оценке дифракционной эффективности пленок, являющейся одним из наиболее важных параметров с точки зрения голографической записи. Значение дифракционной эффективности и элементарных магнитных голограмм, записанных на наших пленках, было рассчитано на основании модели магнитной решетки по формуле [6]

$$\eta = \frac{4}{\pi^2} e^{-at} \sin^2 \left( \frac{\pi S}{D} \right) \sin Ft,$$

где  $t$  — толщина пленки;  $D$  — период записанной решетки;  $S$  — ширина записываемого домена. Оптимальная с точки зрения получения максимального контраста толщина пленки выбирается в случае малых значений  $F \times t$ , согласно формуле:  $t_{\text{опт}} = 2/a$  [7]. Представляет для исследуемых материалов величину порядка 200 Å. Дифракционная эффективность на этих толщинах равна  $1 \times 10^{-5}$  и  $4,9 \times 10^{-5}$  для  $\lambda = 0,63$  и 1,15 мкм соответственно. Величины дифракционной эффективности, определенные экспериментально, имеют значения, близкие к расчетному.

Сравнение исследуемых пленок с пленками MnBi показали, что пленки MnBi имеют несколько большее значение магнитооптической добротности. Однако наличие фазового перехода вблизи точки Кюри представляет значительное препятствие для использования пленок MnBi для термомагнитной записи.

В заключении следует отметить, что описанные выше магнитные и магнитооптические параметры пленок, а также наличие у них большого динамического диапазона, который определяется в конечном счете разностью температур Кюри и Курнакова и составляет 166% для пленок FePt и 52% для FePd, делают эти пленки вполне пригодными для термомагнитной записи. Высокая химическая стойкость пленок позволяет, на наш взгляд, использовать их при решении проблем, связанных с созданием устройств, работающих в особо тяжелых условиях (высокая влажность, наличие в окружающей атмосфере агрессивных газов и т. д.).

Институт физики им. Л. В. Киренского  
СО АН СССР

Институт радиотехники, электроники и автоматики  
Москва

Поступило в редакцию  
в окончательном варианте  
30 июня 1977 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Комалов А. С., Черкашина Л. В., Пынько В. Г. Авт. свид. № 491148 кп. IIa 3/70. Бюлл. изобр., 1976, № 41, 176.
- Пынько В. Г., Ходжагулов Д., Мяликгулов Г. Авт. свид. № 434462 кп. IIa 5/84. Бюлл. изобр., 1974, № 24, 115.
- Пынько В. Г., Живаева Л. В., Комалов А. С. ФММ, 1976, 42, 63.
- Мяликгулов Г., Ходжагулов Д., Пынько В. Г., Бондаренко Г. В. Сб. Физика магнитных пленок, Улан-Удэ, 1974, стр. 27.
- Комалов А. С., Черкашина Л. В. Сб. Физика магнитных пленок, Красноярск, Ин-т физики СО АН СССР, 1975, стр. 76.
- Haskal N. M. IEEE Trans. Magn., 1970, 6, 542.
- Chen D. Appl. Optics, 1974, 13, 767.

FEB 28 1979

NOTICE: This material may be protected  
by copyright law (Title 17, U.S. Code)

СОД

Теория и

В. К. Финавкин, О. Б. Соколов,  
ферромагнетика в магнитном поле  
Л. А. Максимов, А. М. Атоян, К те-  
В. Г. Барыахтар, Е. В. Зароченце-  
сть модулей упругости третьего пор-  
А. А. Лухвич, А. С. Каролик. Рас-  
шагородных металлах  
А. Я. Беленький, А. Ф. Шевакин.  
ядрах в упруго деформированных

### Редакционная коллегия

В. И. АРХАРОВ, Н. Н. БУИНОВ, С. В. ВОНСОВСКИЙ, А. А. ГЛАЗЕР,  
М. А. КРИВОГЛАЗ, Г. В. КУРДЮМОВ, Б. Г. ЛАЗАРЕВ, В. В. НИКОЛАЕВ,  
А. Н. ОРЛОВ, В. А. ПАВЛОВ, В. Д. САДОВСКИЙ, С. К. СИДОРОВ,  
В. Е. СТАРЦЕВ, В. М. СЧАСТЛИВЦЕВ, Г. Г. ТАЛУЦ, Я. С. ШУР

Главный редактор академик С. В. ВОНСОВСКИЙ  
Зам. главного редактора академик В. Д. САДОВСКИЙ  
Зам. главного редактора член-корр. АН СССР Я. С. ШУР  
Ответственный секретарь доктор физ.-мат. наук Г. Г. ТАЛУЦ

Зав. редакцией В. Н. Щеничков  
Технический редактор Р. М. Матлюк

Адрес редакции:  
г. Свердловск, ГСП-170, ул. С. Ковалевской, 18. Телефоны: 54-05-54, 54-28-02

НС 19043 Подписано к печати 24/III 1978 г. Формат бумаги 70×108/16  
Уч.-изд. л. 18,97 Печ. л. 14,125 Бум. л. 7+1 вклейка  
Цена 1 р. 75 к. Тираж 2230 Заказ б

Цех № 1 объединения «Полиграфист», г. Свердловск, ул. М.-Сибиряка, 145  
© Издательство «Наука», «Физика металлов и металловедение», 1978 г.

### Электрически

М. В. Бухаров, В. Н. Веселкова,  
И. Щербакова. Магнитный шум с  
алюминиатора с выходом на второй гар-  
д. А. В. Дерягин, Н. В. Кудреватых,  
структурная зависимость констант в  
 $(Co_{1-x}Mn_x)_7$   
Ю. Н. Драгошанский, Н. К. Еси-  
онисталлографической текстуры (110)  
в трансформаторной стали  
О. А. Хоменко, И. Ф. Жильевич,  
объемная аномалия в сплавах же-  
И. И. Сасовская, В. А. Лифшиц,  
Л. И. Винокурова, В. Ю. Иванов  
е монокристаллов упорядоченных  
магнитных свойств  
А. В. Дерябин, И. Г. Пислярь. А  
железо—никель—хром вблизи т  
А. А. Глазер, В. Г. Гасс, А. П. Г  
ничивания тонких пленок марганец-  
В. Г. Пынько, Л. В. Живаева, Г  
лев, А. Р. Кребс. Монокристалличес-  
кой записи информации  
А. И. Польский, В. И. Ризувики-  
высокочастотном перемагничивании  
В. Г. Дуниткин, М. В. Ведени  
электросопротивление голмния и эр-

### Структура, фазо

И. П. Сорокин, В. В. Сагарадз-  
 после двойного мартенситного превр-  
 М. И. Гигарц, В. В. Иашин,  
устенитной стали X12H20T3Р и ее  
В. В. Кондратьев, В. Г. Пушкин,  
Исследование структуры у- и  
мартенситного превращения. III. Н  
зажний порядок смещений в а-ма-  
Л. К. Михайлов, Б. М. Могутин  
зализ аномалий кристаллической  
войствами углерода в аустените  
Р. Л. Тоффенец, Л. М. Малаше-  
лизационного отжига на субструктур  
бронзы Бр2 . . . . .

Date sent: Tue, 29 Aug 2000 10:34:02 -0500  
From: datestardi@earthlink.net  
To: <requests@lindahall.org>  
Subject: LHL Document Services Request

E

3

879-881

From\_Name = David Testardi  
Organization = polytechnic patent research  
Address1 = 2101 Crystal Plaza Arcade  
Address2 = PMB #189  
Address3 = Arlington, VA 22202  
Country = U.S.A.  
Phone = 703-765-3176  
Fax = please use e-mail  
LHL\_acct\_no = 016596  
Ref\_no = ibm710,711  
Copyright = Fair Use  
Base\_Price = Document Delivery \$11.50  
Service\_Level = Regular  
Delivery = Email  
Email\_Address = datestardi@earthlink.net  
Payment = Invoice  
Article1 = Monocrystalline FePd and FePt films for thermomagnetic recording of information  
Author1 = Pyn'ko, V.G.; Zhivaeva, L.V.; et al.  
Source1 = Fizika Metallov i Metallovedenie  
Volume = 45  
Issue = n.4  
Pages = 879-881  
Date = April 1978  
Publisher = Akademiiia nauk SSSR  
Place = USSR  
Notes = Serials-LHL  
Delimiter = LHL Document Services Request